

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
8. Februar 2001 (08.02.2001)

PCT

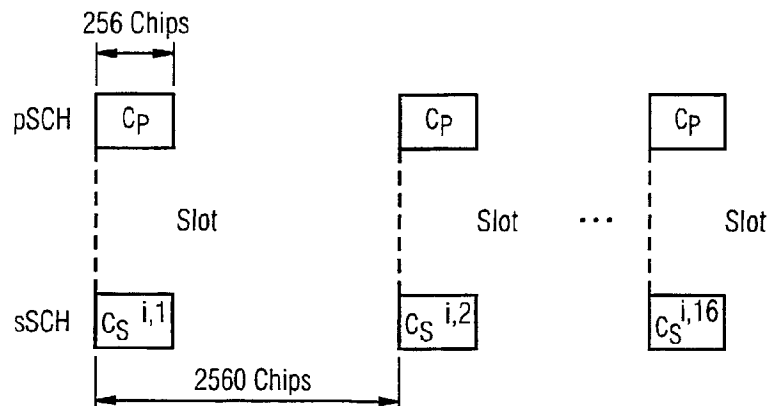
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/10093 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: H04L 25/02 (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE00/02503 (75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): JUNG, Peter [DE/DE];
(22) Internationales Anmeldedatum: 28. Juli 2000 (28.07.2000) Im Rabental 28, D-67697 Otterberg (DE). SCHNEIDER, Michael [DE/DE]; St.-Martin-Str. 44 A, D-81541 München (DE). KELLA, Tideya [CM/DE]; Tumblingerstr. 54/42, D-80337 München (DE). DOETSCH, Markus [DE/DE]; Raintaler-Str. 36, D-81539 München (DE). PLECHINGER, Jörg [DE/DE]; Westermühlstr. 16, D-80469 München (DE). SCHMIDT, Peter [DE/DE]; Bahnhofstr. 32, D-67167 Erpolzheim (DE).
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität: 199 35 480.4 28. Juli 1999 (28.07.1999) DE (74) Gemeinsamer Vertreter: INFINEON TECHNOLOGIES AG; Zedlitz, Peter, Postfach 22 13 17, D-80503 München (DE).
(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): INFINEON TECHNOLOGIES AG [DE/DE]; St.-Martin-Str. 53, D-81541 München (DE). (81) Bestimmungsstaaten (*national*): CN, JP, KR, US.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ADAPTIVE ESTIMATION OF CHANNEL IMPULSE RESPONSES OF A WIRELESS TELEPHONE CHANNEL

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ADAPTIVEN SCHÄTZUNG DER KANALIMPULSANTWORTEN EINES MOBIL-FUNKKANALS



(57) Abstract: Disclosed is a method and device for the combined estimation of channel impulse responses of a wireless telephone channel, accessed via wide-band using the code multiplex procedure. A synchronization channel is provided for the synchronization of each wireless telephone receiver. Sequences are continuously transmitted to a plurality of mobile telephone receivers via said channel. The sequences transmitted over this synchronization channel can be recognized by each of the plurality of mobile telephone receivers. The transmitted sequences have pilot symbols to facilitate recognition of the synchronization channel. The pilot symbols are transferred to a point known to the receiver within a given time frame. They are simultaneously estimated in the search and recognition procedure executed by the synchronization channel by evaluating the pilot symbols known to the wireless mobile telephone receivers. Optionally, symbols and sequences which are known to the receivers by virtue of pre-decisions, delay times and complex amplitudes or amplitudes and phases of the mobile telephone receivers pertaining to mobile telephone response channels can also be estimated simultaneously.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/10093 A1



(84) **Bestimmungsstaaten** (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Veröffentlicht:

- *Mit internationalem Recherchenbericht.*
- *Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen.*

(57) **Zusammenfassung:** In einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Schätzung der Kanalimpulsantworten eines Mobilfunkkanals, auf den breitbandig mittels dem Codemultiplex-Verfahren zugegriffen wird, wobei ein Synchronisationskanal, über den fortlaufend Sequenzen an eine Vielzahl von Mobilfunkempfängern übertragen werden, zur Synchronisation jedes Mobilfunkempfängers vorgesehen ist und wobei die über den Synchronisationskanal übertragenen Sequenzen jedem der Vielzahl von Mobilfunkempfängern bekannt sind, wobei die übertragenen Sequenzen Pilotsymbole zum Erkennen des Synchronisationskanals aufweisen und die Pilotsymbole an den Empfängern bekannten Stellen innerhalb eines Zeitschlitzes übertragen werden, werden beim Suchen und Erkennen des Synchronisationskanals durch Auswerten der den Mobilfunkempfängern bekannten Pilotsymbole, sowie ggf. weiterer in den Empfängern beispielsweise durch Vorentscheidungen bekannter Symbole und Sequenzen, die Verzögerungszeiten und die komplexen Amplituden, bzw. Amplituden und Phasen, der Mobilfunkkanalantworten gemeinsam geschätzt.

VERFAHREN ZUR ADAPTIVEN SCHÄTZUNG DER KANALIMPULSANTWORTEN EINES MOBILFUNKKANALS

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Schätzung der Kanalimpulsantwort eines Mobilfunkkanals nach dem Oberbegriff von Patentanspruch 1.

Um bei Mobilfunksystemen eine gute Übertragungsqualität zu erreichen, ist die Kenntnis der Kanalimpulsantwort eines Mobilfunkkanals von besonderer Bedeutung. Erst dadurch kann ein über den Mobilfunkkanal übertragenes Signal in einem Empfänger für eine anschließende Auswertung ausreichend entzerrt werden. Je genauer dabei die Kanalimpulsantwort des Mobilfunkkanals dem Empfänger bekannt sind, desto besser kann ein empfangenes Signal entzerrt und ausgewertet werden.

Die Schätzung der Kanalimpulsantwort eines Mobilfunkkanals bei CDMA-Mobilfunksystemen (Code Division Multiple Access) erfolgt üblicherweise durch eine Schätzung der Verzögerungszeit und einer anschließenden Schätzung der komplexen Amplitude bzw. Amplitude und Phase eines Signals, das über den Mobilfunkkanal übertragen wird. Da Mobilfunkkanäle zeitvariant sind, müssen sowohl die Verzögerungszeit als auch die komplexe Amplitude, beziehungsweise Amplitude und Phase, laufend von einem Empfänger geschätzt werden. Dies geschieht im Empfänger üblicherweise entweder durch eine iterative Nachstellung (Tracking) auf das Signal oder durch Mittelung des Signals.

In dem CDMA-Mobilfunksystem der dritten Generation UMTS (Universal Telecommunication System) werden dazu Pilotsymbole verwendet, die an festgelegten, dem Empfänger bekannten Stellen innerhalb eines Slots oder Zeitschlitzes, zum Beispiel am Anfang, der einem Mobilfunkteilnehmer zum Empfangen von Signalen zur Verfügung steht, übertragen werden. Die Pilotsymbole werden dabei über einen Synchronisationskanal, der ein Downlink-Kanal ist, übertragen.

Die Schätzung der Kanalimpulsantwort erfolgt allerdings erst, nachdem eine Akquisition des Synchronisationskanals im Mobilfunkempfänger abgeschlossen ist. Zudem ist die zweischrittige Schätzung der Kanalimpulsantwort - Schätzung der Verzögerung, dann erst Schätzung der Gewichtungsfaktoren - nicht optimal, da der Mobilfunkkanal zeitvariant ist und insbesondere bei einer hohen Geschwindigkeit des Mobilfunkempfängers laufend seine Eigenschaften ändert, wodurch ungenaue Schätzergebnisse erzielt werden.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Schätzung der Kanalimpulsantwort eines Mobilfunkkanals zu schaffen, bei dem die eingangs geschilderten Nachteile vermieden werden.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens sind Gegenstand der abhängigen Patentansprüche.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Schätzung der Kanalimpulsantworten eines Mobilfunkkanals, im weiteren als Mobilfunkkanalimpulsantworten bezeichnet, auf den breitbandig mittels dem Codemultiplex-Verfahren zugegriffen wird, wobei ein Synchronisationskanal, über den fortlaufend Sequenzen an eine Vielzahl von Mobilfunkempfängern übertragen werden, zur Synchronisation jedes Mobilfunkempfängers vorgesehen ist und die über den Synchronisationskanal übertragenen Sequenzen jedem der Vielzahl von Mobilfunkempfängern a-priori bekannt sind oder durch geeignete Verfahren im Empfänger ermittelt wurden, wobei die übertragenen Sequenzen Pilotsymbole zum Erkennen des Synchronisationskanals aufweisen und die Pilotsymbole an dem Empfänger bekannten Stellen innerhalb eines Slots oder Zeitschlitzes übertragen werden. Erfindungsgemäß werden beim Suchen und Erkennen des Synchronisationskanals durch Auswerten der den Mobilfunkempfängern bekannten Pilotsymbole sowie gegebenenfalls weiterer im Empfänger bekannten

Symbole und Sequenzen die Verzögerungszeiten und die komplexen Amplituden, beziehungsweise Amplituden und Phasen, der Mobilfunkkanalimpulsantworten geschätzt.

- 5 Vorteilhafterweise werden durch diese kombinierte Schätzung der Mobilfunkkanalimpulsantwort die Ergebnisse der Schätzung gegenüber einem mehrstufigen sequentiellen Schätzverfahren deutlich verbessert.
- 10 Vorzugsweise werden die Pilotsymbole sowie gegebenenfalls weitere im Empfänger beispielsweise durch Vorabentscheidung bekannte Symbole und Sequenzen beim Suchen und Erkennen des Synchronisationskanals während einer Slot-Synchronisation ausgewertet. Insbesondere werden zweite Sequenzen, die über
15 einen zweiten Synchronisationskanal übertragen werden, zusätzlich zur Schätzung der Verzögerungszeit und der Gewichtungsfaktoren der Übertragungsfunktion des Mobilfunkkanals benutzt.
- 20 In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens werden jeweils beim Empfangen eines Pilotsymbols am Anfang eines Zeitschlitzes die Mobilfunkkanalimpulsantwort geschätzt. Diese Ausführungsform wird vorteilhafterweise bei niedrigen Geschwindigkeiten eines Mobilfunkempfängers bis etwa 100 km/h
25 eingesetzt.

- Bei höheren Geschwindigkeiten des Mobilfunkempfängers ändern sich die Mobilfunkkanalimpulsantworten so schnell, daß ihre einmalige Schätzung pro Slot bzw. Zeitschlitz nicht aus-
30 reicht. Deshalb werden die Mobilfunkkanalimpulsantwort vorzugsweise durch lineare Interpolation oder Prädiktion, beispielsweise basierend auf den Schätzungen der Mobilfunkkanalimpulsantworten, die aufgrund von Pilotsymbolen jeweils einmalig pro Slot bzw. Zeitschlitz gewonnen werden, mehrfach
35 innerhalb eines aktuellen Zeitschlitzes geschätzt. Bei Datenraten bis 64 kbit/s sowie einem Spreizfaktor von 32 und größer eignet sich diese Ausführungsform insbesondere zur

genauen Schätzung der Mobilfunkkanalimpulsantworten. Ferner können die Daten- und Kontrollinformationen, die zwischen dem Pilotsymbol des vorhergehenden Zeitschlitzes und dem Pilotsymbol des aktuellen Zeitschlitzes übertragen werden, zwischengespeichert werden.

Steigt die Datenrate bei höheren Geschwindigkeiten, so werden vorzugsweise die Mobilfunkkanalimpulsantworten durch Prädiktion, basierend auf den in den beiden dem aktuellen Slot bzw. Zeitschlitz vorangegangenen Slots bzw. Zeitschlitz gewonnen wurden, geschätzt. Diese Ausführungsform ist rechenintensiv.

Vorzugsweise wird zur Entscheidung über den Einsatz eines der vorhergehenden Verfahren ein programmierbares oder adaptiv regelbares Schwellwertkriterium benutzt.

Ferner wird die Anzahl der Abtastwerte zur Schätzung der Mobilfunkkanalimpulsantworten abhängig von der zu erzielenden Genauigkeit der Schätzung programmiert. Bei einem hohen Spreizfaktor eines empfangenen Signals ist es nämlich nicht erforderlich, alle Abtastwerte des Signals für die Schätzung der Mobilfunkkanalimpulsantworten zu berücksichtigen, wodurch sich der Rechenaufwand zur Durchführung des Verfahrens verringert.

Weitere Vorteile und Anwendungsmöglichkeiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels in Verbindung mit den Zeichnungen. In den Zeichnungen zeigt

Figur 1 die Struktur der zur Synchronisation vorgesehenen Kanäle bei einem UMTS-Mobilfunksystem, und

Figur 2 die Rahmenstruktur des Dedicated Physical Channel (DPC) bei einem UMTS-Mobilfunksystem.

In Figur 1 ist die Struktur der zur Synchronisation vorgesehenen Kanäle bei dem UMTS-Mobilfunksystem der dritten Generation dargestellt.

- 5 Ein erster Synchronisationskanal pSCH (primary Synchronisation Channel) und ein zweiter Synchronisationskanal sSCH (secondary Synchronisation Channel) weisen jeweils erste Synchronisationskodes bzw. zweite Synchronisationskodes innerhalb eines Slots bzw. Zeitschlitzes auf. Insgesamt werden in
10 einem Slot 2560 Chips übertragen, wovon die ersten 256 Chips für den ersten bzw. zweiten Synchronisationskode genutzt werden. Im ersten Synchronisationskanal werden zu Beginn eines Slots immer gleiche erste Synchronisationskodes c_p (primary Synchronisation Codes) übertragen. Im zweiten Synchronisa-
15 tionskanal werden dagegen zu Beginn jedes Slots verschiedene zweite Synchronisationskodes $c_s^{i,k}$ übertragen. Es sind dabei insgesamt 17 mögliche zweite Synchronisationkodes $c_s^{i,k}$ vorgesehen.
- 20 Im folgenden werden grob die Schritte, die beim "Einbuchen" in ein UMTS-Mobilfunksystem von einem Mobilfunkempfänger durchgeführt werden, beschrieben.

- In einem ersten Schritt sucht der Mobilfunkempfänger zum Ein-
25 buchen in das Mobilfunksystem nach dem ersten Synchronisationskanal pSCH (primary Synchronisation Channel), um eine Slot-Synchronisation durchzuführen. Die Slot-Synchronisation dient zur zeitgenauen Synchronisation des Mobilfunkempfängers. Dazu ist im Mobilfunkempfänger ein Filter, das an den
30 Synchronisationskode des ersten Synchronisationskanals angepaßt ist, vorgesehen. Der erste Synchronisationskode ist dabei für alle Funkzellen des Mobilfunksystems gleich, so daß eine einfache Ausführung des Filters zum Erkennen bzw. "Herausfiltern" des Synchronisationskodes aus allen empfangenen
35 Signalen ausreicht.

Nach einer zeitgenauen Synchronisation auf die Slots erfolgt in einem zweiten Schritt eine Synchronisation auf die Rahmen (Frames). Ein Rahmen des ersten und zweiten Synchronisationskanals besteht bei UMTS aus sechzehn Slots. Anhand des zweiten Synchronisationskanals sSCH (secondary Synchronisation Channel), dessen Lage dem Mobilfunkempfänger aufgrund der Synchronisation im ersten Schritt bekannt ist, wird nun eine Kode-Gruppe, der die Funkzelle angehört, ermittelt. Dazu wird das empfangene Signal an den Positionen des zweiten Synchronisationskodes, die nach der zeitgenauen Synchronisation im ersten Schritt bekannt sind, mit allen möglichen zweiten Synchronisationskodes $c_s^{i,k}$ korreliert. Aus den Korrelationen werden Entscheidungsvariablen abgeleitet, die zur Ermittlung der Kode-Gruppe der Funkzelle dienen. Dadurch ist der Empfänger gleichzeitig auf die Rahmenstruktur des Synchronisationskanals synchronisiert.

In einem dritten und letzten Schritt wird der genaue erste Spreizkode (Primary Scrambling Code), der von der erkannten Funkzelle verwendet wird, ermittelt. Das Korrelationsmaximum entspricht dann dem genauen ersten Spreizkode.

In Figur 2 ist Rahmenstruktur eines Downlink Dedicated Physical Channel (Downlink DPCH) dargestellt. Der DPC weist 72 Rahmen (Frames) auf, die jeweils sechzehn Slots bzw. Zeitschlitz aufweisen. Jeder Slot beginnt mit einem Pilotsymbol, gefolgt von einem TPC- und einem TFCI-Symbol sowie den Datenbits. Die TPC- und TFCI-Symbole enthalten Kontrollinformationen für den Empfänger. Jeder Rahmen dauert 10 ms und jeder Slot 0,625 ms.

Zur Schätzung der Kanalimpulsantwort stehen drei verschiedene Verfahren zur Verfügung:

1. Schätzung durch Pilot-Integration;

2. Schätzung durch Pilot-Integration und Prädiktion bzw. Interpolation durch Auswertung des Pilotsymbols des aktuellen und vorhergehenden Slots; und

- 5 3. Schätzung durch Pilot-Integration und Prädiktion bzw. Interpolation durch Auswertung der Pilotsymbole der beiden vorhergehenden Slots.

Die Schätzung wird vorzugsweise durch einen Signalprozessor
10 ausgeführt.

Bei der Schätzung durch Pilot-Integration werden die Mobilfunkkanalimpulsantworten während des Empfangs eines Pilotsymbols eines Slots geschätzt. Da das gesendete Pilotsymbol dem
15 Empfänger bekannt ist, kann eine einfache Schätzung der Mobilfunkkanalimpulsantworten anhand des empfangenen Pilotsymbols durchgeführt werden. Dieses Verfahren ist insbesondere bei Geschwindigkeiten bis zu etwa 100 km/h des Empfängers anwendbar.

20

Das zweite Verfahren wird bei Datenraten bis zu 64 kbit/s und hohen Geschwindigkeiten sowie bei Spreizfaktoren größer gleich 32 angewandt. In einem solchen Fall ändern sich die Mobilfunkkanalimpulsantworten sehr schnell, wodurch eine
25 Schätzung der Mobilfunkkanalimpulsantworten mit den empfangenen Pilotsymbolen am Beginn eines Slots bereits am Ende des Slots oder bei sehr hohen Geschwindigkeiten des Empfängers auch schon vor dem Ende des Slots sehr ungenau ist und den tatsächlichen Kanaleigenschaften nicht mehr entspricht. Deshalb ist eine Verfolgung der Änderung der Mobilfunkkanalimpulsantworten zwischen zwei aufeinanderfolgenden Pilotsymbolfolgen erforderlich. Die Daten- und Kontrollinformationen zwischen den zwei aufeinanderfolgenden Pilotsymbolfolgen werden dabei aufgrund der durch Interpolation zwischen den beiden
30 Pilotsignalfolgen geschätzten Mobilfunkkanalantworten ermittelt. Allerdings ist hierfür eine Pufferung der Daten- und
35

Kontrollinformationen eines Slots nötig. Die Formel zur Ermittlung der Mobilfunkkanalimpulsantworten lautet:

$$h(n) = h(0) + \frac{h(N_s) - h(0)}{N_s} \cdot n$$

5

Die Mobilfunkkanalimpulsantworten h zum Zeitpunkt n werden dabei durch Interpolation der Mobilfunkkanalimpulsantworten zum Zeitpunkt 0 und zum Zeitpunkt N_s am Ende des Slots ermittelt. Der Zeitpunkt N_s entspricht der Gesamtanzahl der Symbole des Slots.

10

Für sehr hohe Geschwindigkeiten und eine hohe Datenrate eignet sich das dritte Verfahren. In einem solchen Fall unterscheidet sich die aktuellen Mobilfunkkanalimpulsantworten immer von den am Anfang eines Slots mittels der Pilot-Integration geschätzten Mobilfunkkanalimpulsantworten. Deshalb erfolgt eine Schätzung durch Pilot-Integration und Interpolation durch Auswertung der Pilotsymbole der beiden vorhergehenden Slots. Die Formel zur Ermittlung der Kanalimpulsantwort lautet in diesem Fall:

15

20

$$h(n) = h(N_s) + \frac{h(N_s) - h(0)}{N_s} \cdot n$$

25

Hier ist keine Pufferung der Daten- und Kontrollinformation eines Slots erforderlich, da zur Interpolation die Pilotsymbole der beiden vorhergehenden Slots benutzt werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Schätzung der Mobilfunkkanalimpulsantworten eines Mobilfunkkanals, auf den breitbandig mittels dem Codemultiplex-Verfahren zugegriffen wird, wobei ein Synchronisationskanal, über den fortlaufend Sequenzen an eine Vielzahl von Mobilfunkempfängern übertragen werden, zur Synchronisation jedes Mobilfunkempfängers vorgesehen ist und die über den Synchronisationskanal übertragenen Sequenzen jedem der Vielzahl von Mobilfunkempfängern bekannt sind, wobei die übertragenen Sequenzen Pilotsymbole zum Erkennen des Synchronisationskanals aufweisen und die Pilotsymbole an den Empfängern bekannten Stellen innerhalb eines Zeitschlitzes übertragen werden,
- 15 dadurch gekennzeichnet, daß
beim Suchen und Erkennen des Synchronisationskanals durch Auswerten der den Mobilfunkempfängern bekannten Pilotsymbole sowie ggf. weiterer in den Empfängern durch Vorentscheidungen bekannter Symbole und Sequenzen die Verzögerungszeiten und
20 die komplexen Amplituden, bzw. Amplituden und Phasen, der Mobilfunkkanalantworten gemeinsam geschätzt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß beim Suchen und Erkennen des Synchronisationskanals während einer Slot-Synchronisation die Pilotsymbole ausgewertet werden.
- 25
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zweite Sequenzen, die über einen zweiten Synchronisationskanal übertragen werden, zusätzlich zur Schätzung der Verzögerungszeiten und der komplexen Amplituden, bzw. Amplituden und Phasen, der Mobilfunkkanalantworten benutzt werden.
- 30
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils beim Empfangen eines Pilotsymbols bzw. einer Pilotsymbolfolge am Anfang oder
- 35

10

am Ende eines Zeitschlitzes oder einer anderen beliebigen Lage im Zeitschlitz die Mobilfunkkanalimpulsantworten geschätzt werden.

- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mobilfunkkanalimpulsantworten durch Prädiktion oder Interpolation eines in einem vorhergehenden Zeitschlitz empfangenen Pilotsymbols oder Pilotsymbolfolge und eines Pilotsymbols bzw. einer Pilotsymbolfolge
10 eines aktuellen Zeitschlitzes geschätzt werden.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Prädiktion bzw. der Interpolation weitere
15 Symbole verwendet werden.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß Daten- und Kontrollinformationen, die zwischen dem letzten Pilotsymbol des vorhergehenden Zeitschlitzes und dem ersten Pilotsymbol des aktuellen Zeitschlitzes
20 übertragen werden, zwischengespeichert werden.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mobilfunkkanalimpulsantworten
25 durch lineare oder nichtlineare Prädiktion von Pilotsymbolen der beiden dem aktuellen Zeitschlitz vorhergehenden Zeitschlitz geschätzt wird.
9. Verfahren zur Entscheidung über den Einsatz eines der
30 Verfahren nach Anspruch 1, 5 oder 8, wobei ein programmierbares oder adaptiv regelbares Schwellwertkriterium zur Entscheidung verwendet wird.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Anzahl der Abtastwerte zur
35 Schätzung der Verzögerungszeiten und der komplexen Amplitu-

11

den, bzw. Amplituden und Phasen, abhängig von der zu erzielenden Genauigkeit der Schätzung programmiert wird.

1/1

FIG 1

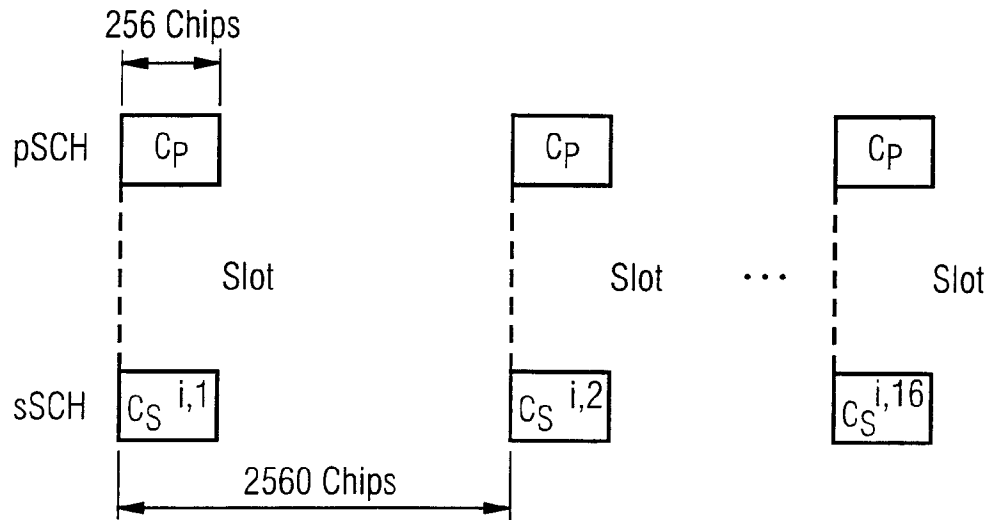
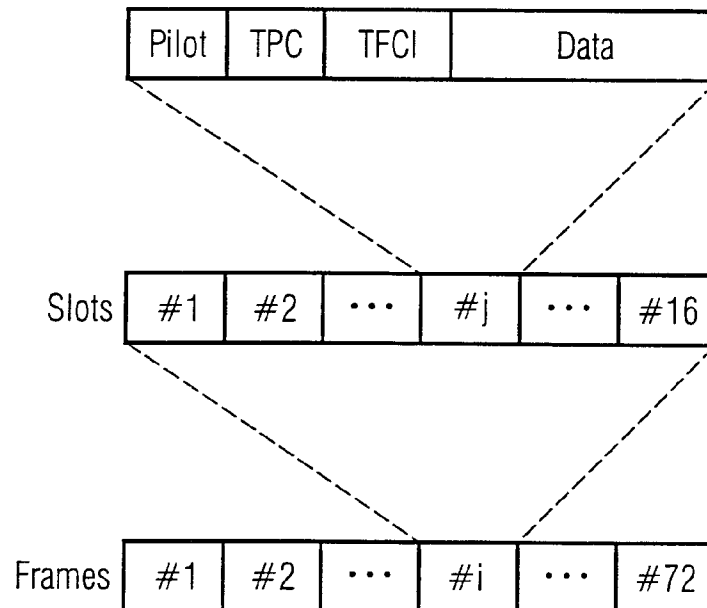


FIG 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02503

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H04L25/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|---|-----------------------|
| X | US 5 619 524 A (BRUCKERT GENE ET AL) 8 April 1997 (1997-04-08) | 1-8 |
| Y | abstract column 7, line 39 - line 48 column 8, line 4 - line 13 column 8, line 46 - line 67 column 17, line 39 - line 53 --- | 9,10 |
| Y | WO 99 20061 A (RADEMACHER LEO ;SIEMENS AG (DE)) 22 April 1999 (1999-04-22) page 5, line 11 - line 22 page 13, line 13 - line 27 page 15, line 25 - line 29 page 16, line 5 - line 9 --- -/-- | 9,10 |



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

E earlier document but published on or after the international filing date

L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

X document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

Y document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

8 document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 December 2000

Date of mailing of the international search report

12/01/2001

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Papantoniou, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 00/02503

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category * | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|------------|--|-----------------------|
| Y | US 5 818 876 A (LOVE ROBERT TRISTAN) 6 October 1998 (1998-10-06) abstract column 2, line 54 - line 64 column 4, line 11 - line 15 column 5, line 4 - line 25 --- | 9 |
| A | US 5 862 192 A (SESHADRI NAMBI RAJAN ET AL) 19 January 1999 (1999-01-19) column 5, line 13 - line 25 column 9, line 63 -column 10, line 31 --- | 1-8 |
| A | US 5 465 276 A (GUDMUNDSON PEROLS B O ET AL) 7 November 1995 (1995-11-07) abstract column 6, line 66 -column 7, line 18 --- | 1-8 |
| A | DE 197 47 457 A (SIEMENS AG) 29 April 1999 (1999-04-29) column 2, line 50 - line 65 column 7, line 38 - line 49 --- | 1-8 |
| A | US 5 909 447 A (COX TIMOTHY F ET AL) 1 June 1999 (1999-06-01) column 1, line 35 - line 39 column 3, line 17 - line 26 column 3, line 40 - line 43 ----- | 1 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

...formation on patent family members

Inter: vnal Application No

PCT/DE 00/02503

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---------------------|--|--|
| US 5619524 A | 08-04-1997 | US 5659573 A BR 9506385 A CA 2176945 A CN 1136378 A EP 0732022 A FI 962326 A IL 114836 A JP 9507014 T KR 227452 B PL 314846 A WO 9610879 A | 19-08-1997 16-09-1997 11-04-1996 20-11-1996 18-09-1996 04-06-1996 27-12-1998 08-07-1997 01-11-1999 30-09-1996 11-04-1996 |
| WO 9920061 A | 22-04-1999 | AU 1143599 A EP 1023784 A | 03-05-1999 02-08-2000 |
| US 5818876 A | 06-10-1998 | CA 2131535 A JP 10511230 T KR 144806 B MX 9400805 A WO 9418752 A | 18-08-1994 27-10-1998 17-08-1998 31-08-1994 18-08-1994 |
| US 5862192 A | 19-01-1999 | US 5774504 A US 5862156 A CA 2083304 A DE 69230722 D DE 69230722 T EP 0550143 A FI 925933 A JP 5344008 A | 30-06-1998 19-01-1999 01-07-1993 06-04-2000 02-11-2000 07-07-1993 01-07-1993 24-12-1993 |
| US 5465276 A | 07-11-1995 | SE 469052 B CA 2076061 A JP 5218987 A SE 9102612 A | 03-05-1993 11-03-1993 27-08-1993 11-03-1993 |
| DE 19747457 A | 29-04-1999 | AU 1555199 A BR 9812771 A WO 9922483 A EP 1027783 A | 17-05-1999 10-10-2000 06-05-1999 16-08-2000 |
| US 5909447 A | 01-06-1999 | AU 5086198 A BR 9712697 A EP 1020046 A WO 9819466 A | 22-05-1998 01-02-2000 19-07-2000 07-05-1998 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02503

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H04L25/02

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H04L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------|---|--------------------|
| X | US 5 619 524 A (BRUCKERT GENE ET AL) 8. April 1997 (1997-04-08) | 1-8 |
| Y | Zusammenfassung Spalte 7, Zeile 39 - Zeile 48 Spalte 8, Zeile 4 - Zeile 13 Spalte 8, Zeile 46 - Zeile 67 Spalte 17, Zeile 39 - Zeile 53 --- | 9,10 |
| Y | WO 99 20061 A (RADEMACHER LEO ;SIEMENS AG (DE)) 22. April 1999 (1999-04-22) Seite 5, Zeile 11 - Zeile 22 Seite 13, Zeile 13 - Zeile 27 Seite 15, Zeile 25 - Zeile 29 Seite 16, Zeile 5 - Zeile 9 --- -/- | 9,10 |



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

8 Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

8. Dezember 2000

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/01/2001

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Papantoniou, A

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie ^c | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|------------------------|---|--------------------|
| Y | US 5 818 876 A (LOVE ROBERT TRISTAN) 6. Oktober 1998 (1998-10-06) Zusammenfassung Spalte 2, Zeile 54 - Zeile 64 Spalte 4, Zeile 11 - Zeile 15 Spalte 5, Zeile 4 - Zeile 25 ---- | 9 |
| A | US 5 862 192 A (SESHADRI NAMBI RAJAN ET AL) 19. Januar 1999 (1999-01-19) Spalte 5, Zeile 13 - Zeile 25 Spalte 9, Zeile 63 - Spalte 10, Zeile 31 ---- | 1-8 |
| A | US 5 465 276 A (GUDMUNDSON PEROLS B O ET AL) 7. November 1995 (1995-11-07) Zusammenfassung Spalte 6, Zeile 66 - Spalte 7, Zeile 18 ---- | 1-8 |
| A | DE 197 47 457 A (SIEMENS AG) 29. April 1999 (1999-04-29) Spalte 2, Zeile 50 - Zeile 65 Spalte 7, Zeile 38 - Zeile 49 ---- | 1-8 |
| A | US 5 909 447 A (COX TIMOTHY F ET AL) 1. Juni 1999 (1999-06-01) Spalte 1, Zeile 35 - Zeile 39 Spalte 3, Zeile 17 - Zeile 26 Spalte 3, Zeile 40 - Zeile 43 ----- | 1 |

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 00/02503

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|--|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| US 5619524 A | 08-04-1997 | US 5659573 A | 19-08-1997 |
| | | BR 9506385 A | 16-09-1997 |
| | | CA 2176945 A | 11-04-1996 |
| | | CN 1136378 A | 20-11-1996 |
| | | EP 0732022 A | 18-09-1996 |
| | | FI 962326 A | 04-06-1996 |
| | | IL 114836 A | 27-12-1998 |
| | | JP 9507014 T | 08-07-1997 |
| | | KR 227452 B | 01-11-1999 |
| | | PL 314846 A | 30-09-1996 |
| | | WO 9610879 A | 11-04-1996 |
| WO 9920061 A | 22-04-1999 | AU 1143599 A | 03-05-1999 |
| | | EP 1023784 A | 02-08-2000 |
| US 5818876 A | 06-10-1998 | CA 2131535 A | 18-08-1994 |
| | | JP 10511230 T | 27-10-1998 |
| | | KR 144806 B | 17-08-1998 |
| | | MX 9400805 A | 31-08-1994 |
| | | WO 9418752 A | 18-08-1994 |
| US 5862192 A | 19-01-1999 | US 5774504 A | 30-06-1998 |
| | | US 5862156 A | 19-01-1999 |
| | | CA 2083304 A | 01-07-1993 |
| | | DE 69230722 D | 06-04-2000 |
| | | DE 69230722 T | 02-11-2000 |
| | | EP 0550143 A | 07-07-1993 |
| | | FI 925933 A | 01-07-1993 |
| | | JP 5344008 A | 24-12-1993 |
| US 5465276 A | 07-11-1995 | SE 469052 B | 03-05-1993 |
| | | CA 2076061 A | 11-03-1993 |
| | | JP 5218987 A | 27-08-1993 |
| | | SE 9102612 A | 11-03-1993 |
| DE 19747457 A | 29-04-1999 | AU 1555199 A | 17-05-1999 |
| | | BR 9812771 A | 10-10-2000 |
| | | WO 9922483 A | 06-05-1999 |
| | | EP 1027783 A | 16-08-2000 |
| US 5909447 A | 01-06-1999 | AU 5086198 A | 22-05-1998 |
| | | BR 9712697 A | 01-02-2000 |
| | | EP 1020046 A | 19-07-2000 |
| | | WO 9819466 A | 07-05-1998 |